

小型农田水利 簡易測量法

甘肅省农林厅水利局編

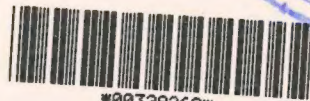


甘肅人民出版社

0215752

見 面 話

這本書的內容，主要包括直綫距離測量、地勢高低測量、地形測繪和水文測驗几部分。編寫和出版這本書的目的，是為了滿足興修小型農田水利的測量需要，所以在書里着重介紹了目前迫切需要的，群眾易于掌握的，特別是群眾自己創造的并已行之有效的各種方法和工具；對於和小型農田水利關係不大的測量項目，群眾一時還難掌握的方法和工具，沒有介紹。但是考慮到農業合作化和農村文化教育工作的迅速發展，有些測量項目和技術（如地形測繪）很快就要用着了，同時也作了介紹。為使問題提得具體，講得具體，有實際應用意義，所以採取了一問一答的形式。為使群眾能看懂，能使用，在文字上盡量通俗，并在很多地方附圖說明。因此，這本書可以作為各地農民、農業生產合作社幹部和農村工作幹部的讀物，也可以作為訓練基層水利技術人員的輔助教材。



00329262

目 錄

一 測量常識.....	1
二 測量直綫的方向和距離.....	4
三 測量地勢高低.....	10
四 縱橫断面圖的測繪和邊樁放綫.....	20
五 地形圖測繪——小平板儀測量.....	27
六 水文測驗.....	35

一 測量常識

問：興修農田水利为什么要測量？

答：我們可以用修渠作為例子，看看为什么要測量？比方說，我們要修一條渠，引河水澆地，就需要弄清楚下面許多事：第一，需要知道河和地那一頭高，高多少。假使河高地低，渠修成後就能自流灌溉。假使河低地高，河水就流不到地里。在一般情況下，那一頭高是能夠看出來的，但有時遇到兩頭高低差不多，或者當中的地形複雜，忽高忽低，一眼望不到頭，這時就很難確定那頭高、那頭低了。即使看得出河比地高，也看不出到底高多少。河比地能高多少，在修渠上非常重要，高的太多了，渠底的坡度太陡，水流的急，就會把渠沖垮，甚至淹沒莊稼；如果相差很少，或者兩頭一樣高，渠底坡度太緩，水流的又慢又少，不夠澆地，水里的泥沙就會淤塞渠道。要知道河比地高多少，就要測量。

第二，要知道河水的大小和能澆多少地，也需要測量。比如：計劃澆的地很多，挖的渠很大，可是沒有測量，結果河水太小，澆不過來，這就會造成浪費。或者，河水很大，挖的渠也大，但要澆的地很少，一發大水，就把泥沙沖進地里，甚至讓洪水淹沒了莊稼。有時，我們只看到平時的河水水位，覺得能流到地里，沒有測量就挖了渠，結果，天旱時莊稼正需要水，河水下落，渠道吃不上水，水渠成了旱渠；或者對洪水的水位估計過低，猛不防發了特大的洪水，沖垮了渠道建築物。

第三，確定水渠走的道路和边坡大小時，也需要測量。

水渠走的道路，越直越好，既省工，又能減少水在渠中的滲漏和蒸發損失，如果不測量，就很难修直。边坡太陡了容易被水冲垮，太緩了費工大，如果不根据渠水大小和土質好坏測量確定，也很难修得合适。

第四，规划一个灌区的渠道布置，各种農作物的播种面積和位置，大的農業生產合作社耕作区域的划分，往往需要繪制地形圖，在圖上研究布置，指導灌溉和生產，提高灌溉和生產效率，这也需要測量。

上面只不过是举了一些例子，实际上，兴修農田水利中需要測量的地方还很多，不管是修蓄水池，筑溝整土坝，甚至找尋地下水源，都需要測量。測量是一种科学技術，用各种仪器和各种方法，測知地面上各点的位置和高度，如果需要，还可以根据測量結果，按比例縮小，繪制成圖，把大塊地面的复雜情况划到一小塊紙上。因此，即使所用的測量工具很簡單，往往都比肉眼看的要准确得多，而且可以測量出用肉眼根本看不到的东西（如渠道需要穿隧洞的时候，用肉眼就不能同时看到山的这面和那面）；經過測量，便可以避免和大大減少水利工程中的浪費現象。

問：測量要經過那些手續？

答：測量时大致要經過三層手續：第一步，要進行实地測量，拿着需要的仪器和工具，測量距离的远近、东西南北方向的变化和各点的地势高低；第二步，用測量得來的材料，算出距离的远近、角度和面積的大小、各点地势高低相差多少；第三步，有时还需要根据实地測量和計算的結果，按照相互的关系和同一的比例，縮小繪制成地形圖，以便规划、設計和施工时应用。

問：这么說，測量是不是很难学？農民和一般農村工作干部能学会嗎？

答：測量是一門專門科学，需用的仪器种类也很多，需要的数学知識也較深，要学好是不容易的。不过，我們說的小型農田水利簡易測量，只限于兴修小型農田水利时用得着的測量方法，而且是从中選擇比較簡單易行的，因此，只要大家用心，是可以学会的。为了讓大家学起來方便，这里先把測量时常用到的一些名称解釋一下，往后就容易学了。

1.垂直綫——就是一条直綫和另一条直綫互相垂直（成九十度的角）的意思。木匠用的拐尺就是这样，如果从拐尺的拐角向兩边各画一条直綫，这两条直綫就互相垂直，中間夾个九十度的角，这一条是另一条直綫的垂直綫，另一条也是这一条直綫的垂直綫。

2.鉛垂綫——就是一条直綫垂直于地平面的意思。我們常見泥水匠砌牆时，从上向下吊一根綫，下面的一头拴一个小石子兒，跟着这条綫从下往上砌，就能把牆砌得直直的。这一条垂直于地平面的直綫，就叫鉛垂綫。

3.垂直面：我們常見在鄉政府和合作社門口挂着木牌子。木牌子是長方形的，有个面。如果把木牌挂在釘子上，使它离开牆，这样，木牌就自然下垂，垂直于地平面。这个木牌的面就是地平面的垂直面了。

4.測点——測点是指測量时設立的点，普通都在測点上釘一根木椿，用着时容易認出來。咱們測量渠道时，常常每隔二十公尺就釘一根木椿，每一根木椿根前就是一个測点。

5.測綫——兩個測点当中的直綫，叫做測綫。比如，咱們划定渠綫时，在兩個木椿当中拉一根繩，拉緊拉直后，沿繩撒下白石灰，白石灰綫就是測綫了。

二 測量直綫的方向和距離

問：怎樣才能把渠修得直？

答：一般水渠因受地形限制，很難修得直直的，絲毫不歪不斜。但若地形平坦，是可以修直的，至少有些段是可以修直的。要把渠修直，就要在渠走的道路上定出一條直綫。定直綫的辦法有兩種。（一）是先確定兩點，連成一條短的直綫，再把它延長。比如，在渠走的道路上先選甲、乙兩點（看圖一），插上兩根木棍做的標杆，測量員帶上足夠的標



圖 一

杆，跟着甲乙直綫向前走四十到一百公尺，轉過身來對准甲乙直綫，立上第1根標杆，然後站在甲乙綫方向綫上離第1根標杆約五公尺的地方，檢查標杆立得直不直，在不在甲乙方向綫上，如果第1根標杆恰好遮住了甲、乙兩根標杆，就證明三根標杆是在同一個垂直面上，這三點就在同一條直綫上。如果遮不住甲、乙兩根標杆，就要挪動新立的標杆，然後再檢查，直到遮住為止。直綫再延長時，用同樣的辦法繼續測量。如果地勢不平，可以多立幾根標杆，一次看不見所有的標杆時，至少也要能看見三根標杆。（二）兩點間定綫。當甲、乙兩點離的很遠時，一下子無法連成一條直綫，就採用

下面的辦法（看圖二）：測量員沿甲、乙方向綫站在甲點後約五公尺的地方，面向甲乙綫，助理員（幫助測量的人）帶



圖 二

着足夠的標杆，從甲點照直向乙點走去，走出適當的距離後轉向測量員，站在標杆旁邊，估計着在甲乙綫內立下第1根標杆，測量員同時用手勢指揮助理員移動標杆，直到甲、乙兩點和新立的標杆在同一直綫上，助理員就插好標杆，繼續前進，用同樣的辦法測量。在甲、乙兩點中間立標杆時，助理員從遠到近向測量員逐漸移動的，叫做“走近定綫”，如從1點到5點；相反，如果助理員從近到遠越走離測量員越遠，叫做“走遠定綫”。兩種辦法都可以用，但走近定綫要比走遠定綫精確得多。

問：要是在渠綫上有一座小山，兩頭互相看不見，怎樣測定直綫呢？

答：這種情況在修渠中常會碰到，假使小山兩旁的甲、乙兩點間是渠綫，甲、乙兩點互相看不見，要定甲、乙兩點間的直綫，可用以下辦法（看圖三）：先在甲、乙兩點立上標杆，一人在山頭右面能看見甲點的地方，於丁點立一根標杆，

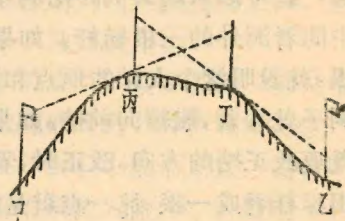


圖 三

估計丁点在甲、乙綫上，另一人按第一人的手势指揮，在山头左面能看見乙点的地方，在丁甲綫上立一根标杆于丙点；然后，丙点的人指揮丁点的人移动标杆，立在丙乙綫內，丁点的人指揮丙点的人移动标杆，立在丁甲綫內，这样多作几次，直到丙、丁、乙三点成了一条直綫，丁、丙、甲三点成了一条直綫时，再把标杆固定下來，这样，甲、丙、丁、乙就在同一直綫上了，然后再分段按照需要設立标杆，就定好了綫。如果这个山不大，挖明渠比挖隧洞費工少，就可以按照定出的綫挖渠。

問：假使遇到的山又高又大，必須挖隧洞，怎样定綫呢？

答：甘肅各地群众在兴修農田水利中，創造了許多开挖隧洞的定綫办法，这里介紹一种很簡便的办法。先在要开的隧洞兩头，各立一根标杆（这两根杆互相看不見），再照上面說过的办法，在兩边的山坡上立几根标杆，使洞口和山坡上的标杆都在同一条直綫上，然后用延長既定直綫的办法（參看“怎样才能把渠修得直”那一段），在兩個洞口向外立兩根标杆，使洞口的三根标杆和山坡上的标杆成为一条直綫，就可以从兩头同时挖洞了。挖的时候，随时站在隧洞的中間看洞外的三根标杆，如果看見头一根恰好遮住了另外兩根，就說明这个人站的地点和洞外三根标杆是在一条直綫上，洞子就端着，繼續向前挖。如果看見了兩根标杆，洞子就歪了，就要改正挖的方向。改正时，看看人站在洞里那一点才能把三根标杆看成一根，那一点就是洞子的中心，从中心向前挖。挖到兩头的人接近时，可以互相听見挖土的声音，參照声音的方向繼續向前挖，直到把洞打通，兩头的人在洞內見面。

問：定綫工作作好了，怎样丈量直綫的長短？

答：在平地上丈量直綫距离，如果需要的精確程度比較低，又缺少丈量工具，可以采用步測法。步測就是在要量的一段直綫內，用習慣的步法行走，記下步数，再算出直綫的距离。因为各人的步的大小不同，所以在步測以前，先要測定步長。測定步長时，先在平地上量出五十到一百公尺的直綫距离，由步測的人在这条綫上來回走几次，記下每一次走了多少步，再均拉一下看每一步有多長。比如这条直綫共有一百公尺長，測定步長时第一次走了一百三十四單步，第二次走了一百三十五單步，第三次走了一百三十三單步，那么，均拉下來，每一次就走了一百三十四步。再用这个数除一百公尺，一步就是七十四公分多，約七十五公分（一百公分是一公尺）。如果用这样的步子量一条直綫距离时共走了三千步，这条直綫距离就等于三千乘上七十五公分，共是二十二万五千公分，合二千二百五十公尺。

問：步測很簡便，可是不精確，有沒有比这又精確又不太难的办法？

答：有。不过这就需要一些丈量的工具。沒有工具的帮助，是办不到的。下面介紹一些常用的丈量直綫的工具，大家可以根据需要的精確程度大小，選擇使用。

1. 輕便卷尺——輕便卷尺也叫皮尺，是麻做的一种又窄又長的帶子，有的是用銅絲夾麻綫織成的，并在油里煮过。这种卷尺長約十五到二十公尺，外面有个圓形皮盒，安有小手把，用手轉动手把，可把皮尺卷起來裝入盒內（看圖四）。皮尺上划着公尺、公寸、公分的綫和数目字，丈量时兩人各拿皮尺的一头，在直綫上拉緊丈量，記下量过的尺寸，但必

須很細心，防止看錯或記錯了。

2. 測繩——測繩就象包着膠皮的電綫，是一根繩子，上面划着尺寸記号，用法和皮尺大致相同。

3. 測杆——測杆就是前面說过的标杆，是用木料作成的圓棍，粗約三至四公分，長由

二公尺到四公尺不等，每隔二十公分，漆成紅、白兩種顏色，杆的下头裝着象圓錐的鉄尖，容易插入土中。測杆的上头可挂上紅色或白色小旗，使目标顯著。測杆是定綫和丈量直綫的重要工具。測杆插在一定的點子上，目标顯著，便于測量和丈量的人从远处腦看，免得看錯了地点。

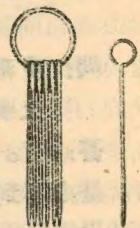
4. 測釘——測釘是鉄做的一種工具，長約三十到四十公分，上部弯成一個圈，拴一條紅布，容易尋找（看圖五）。量距離時，每量一卷尺，就在卷尺一头的地面上插一根測釘，作為記号。量完后算直綫距離時，計算一下共用過多少根測釘，用這個數乘上一卷尺的長度，再加上不够一尺的零數就行了。如果丈量的同時就按順序打下了木樁（中心樁），也可以不用測釘，在樁上記下這一段的

長度，作為樁号，樁号上的數字是這一樁到開始点的距離。

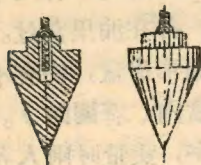
5. 垂球——垂球多的是用金屬做成的，象个倒立的圓錐，上面拴一根繩（看圖六）。這是在斜坡上量水平距離時用的一



圖四



圖五

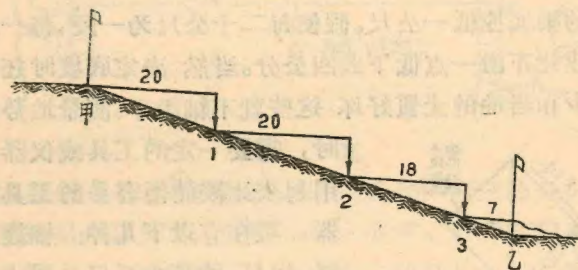


圖六

種工具，垂球綫如果和拉開的卷尺互相垂直，拉開的卷尺就成水平了。

問：在斜坡上怎樣能量出水平距離？

答：斜坡如果很短，坡度平緩，用兩個人各拿卷尺一端，按在斜坡上，隨後，立在坡底的人把卷尺一端高高舉起，看卷尺成水平時，將尺拉直，第三人把垂球靠緊尺子末端吊下（垂球尖端稍稍離開地面），檢查垂球綫和卷尺成直角時，使垂球落地。那麼，這一段斜坡的水平直綫距離，就等于从坡頂到卷尺和垂球綫相接一點的距離。但是，斜坡長了或者過陡，一卷尺量不完，站在坡底的人舉不成水平的時候，就需要用同樣的辦法分段丈量，最後加起來。比如，从甲到乙是一個山坡（看圖七），可按地形情況分四段丈量，



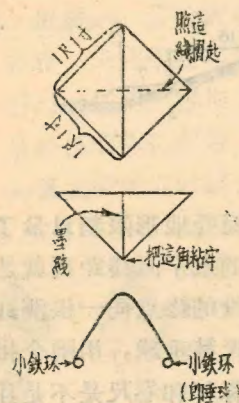
圖七

第一、二兩段各為二十公尺，第三段因受地形限制只量了十八公尺，第四段只够七公尺，這個山坡的水平直綫距離就是六十五公尺。分段丈量時，最好在每一段的終点插一根測釘。檢查卷尺是不是水平，也可以用标杆代替垂球，用兩個指头捏住标杆上部，使标杆自然下垂，看标杆和卷尺是不是互相垂直。檢查好后放松指头，使标杆尖端垂直着地。

三 測量地勢高低

問：水渠兩頭高低相差多少，怎樣測量？

答：測量地勢高低，是興修水利中的一項重要工作。比如修渠，光知道渠綫長短，不知道渠口比渠尾能高多少，還是沒法確定渠底的坡度。只有測量出高低以後，用渠綫長去除渠尾比渠口低的尺寸，才能知道底坡該有多大。假使有一條渠共長一千五百公尺，測出渠尾比渠口共低三公呎，用一千五百除三，底坡就應當是一千五百分之三，也就是五百分之一（即 $\frac{1}{500}$ ），意思是說：渠身每向下走五百公尺，下頭比上頭的渠底應低一公尺。假使每二十公尺為一段，每一段上游一點應比下游一點低下去四公分。當然，決定底坡時還要看澆地多少和當地的土質好壞，這些就不細說了。測量地勢高低



圖八

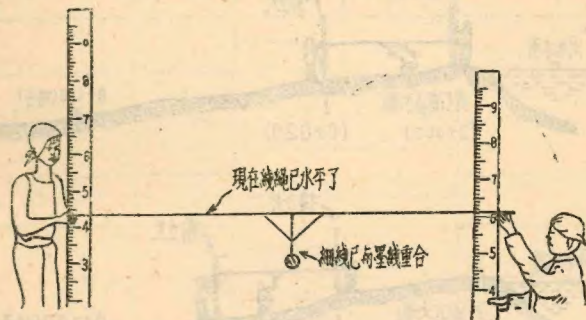
時，需要一定的工具或儀器，使用起來比較簡便容易的工具和儀器，現在有幾種：細綫三角紙、拐尺、竹管水平儀、手水平、木質水平、水盒水平儀、水平儀等。

問：什麼叫細綫三角紙，用它怎樣測量？

答：這種測量高低工具的做法是（看圖八）：用一張四方形的硬紙（四邊各長一尺一寸），

對角折起，成一個等腰（兩邊各為一尺一寸）直角三角形，把頂角（相等的兩邊當中夾的角）粘緊，再折一次，使折印把頂角從當中分開，用墨在折印上劃一條綫，這條綫就和底邊（剩下的一邊）互相垂直了。然後，準備一根四、五丈長的又光滑又結實的棉綫繩（粗約一分）或鐵絲，再拿一根二尺多長的細綫，兩頭各挂一個重東西，如鐵環、銅錢等。

測量時，用棉綫繩（或鐵絲）從第一次折起的三角紙縫穿過去，兩個人各拉住繩的一頭（看圖九），拿着水平尺（是

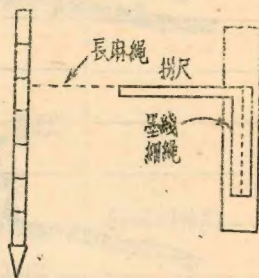


圖九

一種木制的尺子，長約四公尺或五公尺，厚三公分，寬十公分，尺面是白漆底子，划有公尺、公分、公分的記號），立在兩個測點上，拉緊繩子，對着直立的尺子；另一人把三角紙挪到繩子中間，注意使三角紙的折綫緊緊貼住棉綫繩，并用挂着鐵環或銅錢的細綫，端端地搭在三角紙的墨綫上。如果細綫和墨綫不重合，就是繩子沒拉平，叫兩頭的人抬高或放低一些。當細綫和墨綫正好重合時，兩頭的人就把從地面到繩子一段的水平尺長度記下來，那一根尺上的尺碼大，那一根尺子立的地面就低，大多少就低多少。象圖九那樣，左邊尺子的讀數是1.44公尺，右邊尺子的讀數是1.62公尺，右尺

問：拐尺測量是怎么回事？

答：拐尺測量也是簡便易行的一種測量辦法，雖不如細綫三角紙測量準確，但在刮風時同樣可以測量。拐尺測量所用的工具和作法是：拿一把木匠用的拐尺，在任何一邊划上一條黑直綫，和另一邊垂直。在拐尺拐角一頭的黑綫上釘個釘子，拴一根細綫，細綫的另一頭拴上鐵環或銅錢，代替垂球，然後把拐尺釘在一根木杆上（拐角朝上，有黑直綫的一邊緊靠木杆），沒黑直綫的一邊伸出去，順邊拴一根長繩（看圖十一）。開始測量時，一人拿拐尺站在渠口起點上，一人拿水平尺站在下一個測點上（假如是第1點），拉住長繩一端放在水平尺的相當部位，上下移動，等拿拐尺的人看到垂綫和黑直綫重合、長繩和拐尺一邊邊緣貼平成水平時，拿水平尺的人讀出細繩在水平尺上指出的尺寸，這個尺寸比從木杆底端到拐尺頂端的尺寸大多少，下一個測點地面就比渠口起點低多少，小多少就高多少，假使下一測點比渠起點低了一公分。然後把拐尺立在第1點和第2點的當中測，假使第2點又比第1點低了五公分。那麼，第2點就比渠口起點低了十五公分。這樣繼續測量下去，就知道各個測點的高低了。



圖十一

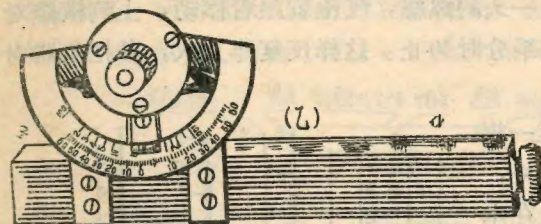
問：手水平是什麼樣子？怎樣使用？

答：手水平是測量高低的一種輕便儀器，在一個長約十五公分的銅管中，安著一個折光鏡，占銅管橫斷面的一半，

和管的縱軸成45度的角。管的一頭有透鏡，另一頭有一個小孔。管外裝有氣泡。常用的手水平有兩種，圖十二的甲種不帶傾斜角度盤，只作水平測量；乙種帶有垂直度盤，除測水平外，還能直接測出地面的斜坡。



(甲)



(乙)

圖十二

使用手水平測量時，先要檢查手水平的準確程度，加以校正。不帶度盤手水平的校正法如下：選擇甲、乙兩個固定的直立物體（比如是樹），相隔約二、三十公尺（看圖十三），校正時把手水平

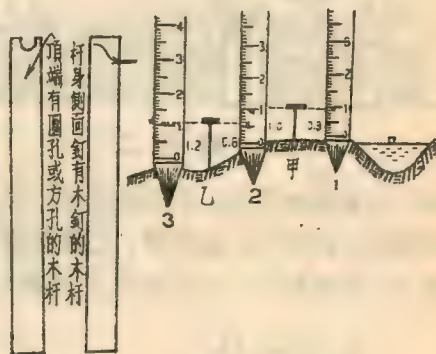


圖十三

緊靠甲處的1點（在樹上作出記號），從小頭的孔中看去，看到氣泡被橫綫平時，第二人按測量人的指揮，把橫綫在

乙处的位置作出記号，比如說是在2点，测量的人再把手水平拿到乙处2点，用同样的办法看甲处，当气泡被横綫平时，横綫恰好在甲处1点，这个仪器就是准确的。如果不在1点，而是在3点，那么，从1点到3点的垂直距离，就是仪器误差的兩倍，然后用尺子量出这一段的距离，找出当中的4点，再拿仪器从2点看4点，稍把横管一头的螺絲放松，慢慢上紧另一头的螺絲，气泡就跟着移动，上到横綫对准4点并把气泡平时为止。这样反复作几次，就把仪器对准了。

测量时先作一根一公尺五長的木杆，看时把手水平放在木杆上的孔內或木釘上，另外准备兩根水平尺(看圖十四)。看仪器的人把木杆和仪器放在甲处，对准1点的水平尺，当气泡被横綫平时时，讀出



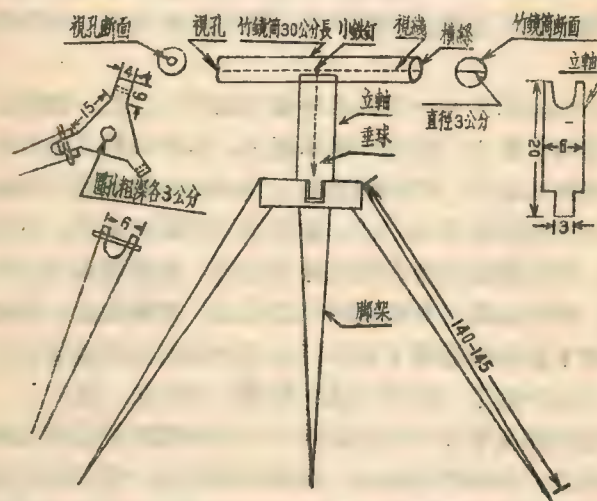
圖十四

横綫在尺上的尺寸，另一个人把它記下來；看仪器的人在原地把仪器轉过来对准2点的水平尺，用同样的办法讀出横綫在2点水平尺上的尺寸，并記下來。然后，立在2点的尺子不动，把1点的尺子挪到3点，看仪器的人把仪器和木杆放到乙处，先測2点尺子，后測3点尺子。这样繼續測到地头，就知道渠綫上各点的高低了。假使从甲处測1点尺子的讀数是九公分，測2点尺子的讀数是一公尺，从乙处測2点尺子的讀数是六公分，測3点尺子的讀数是一公尺二，那

么，就可以知道：2点比1点低1公分，3点比2点低6公分，3点就比1点低7公分。

問：竹管水平仪和手水平有什么不同？怎样使用？

答：竹管水平仪是群众在兴修水利中創造的一种測量高低的工具，構造很簡單，容易制作和使用，在缺乏測量仪器的情况下，使用这种工具同样能够測量，也还比較准确。用竹竿做一个鏡筒(看圖十五)，一头拿硬紙封住，在正中間



(單位：公分)

圖十五

穿个小孔，另一头釘一根馬尾或紅絲綫，把竹管的圓口分成相等的兩半，当做横綫。另外用木头作个立軸，軸的上头挖一圓槽，把竹管釘在圓槽里；下头做成球形的圓头，安在木制的三脚架上，这样，立軸就可以随便轉动了。再在竹管外面，从这头到那头划一条横綫，立軸上划一条和横綫垂直的

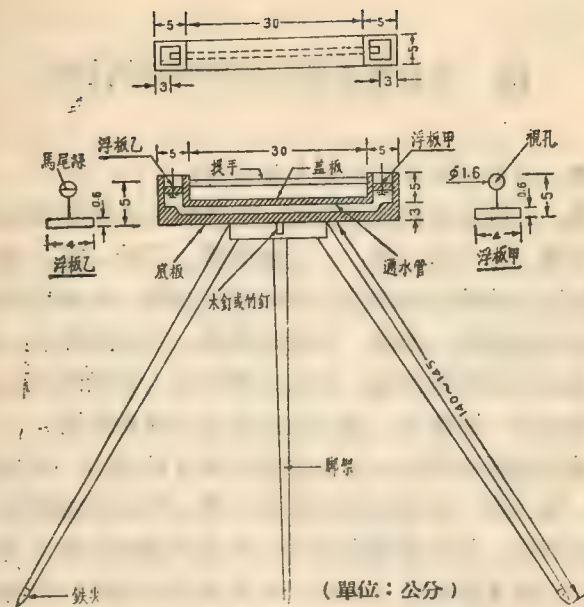
綫，在兩條綫交叉的地方釘上釘子，拴一根細綫，下面吊上垂球或別的東西。測量時，先使垂球綫和立軸上的垂綫重合，合不在一起的時候就移動三角架。垂球綫和立軸綫重合了，竹管就成了水平，測量的人便從竹管一头的小孔（視孔）看出去，竹管上馬尾或紅絲綫指在水平尺上的尺寸，就是地面高低的尺寸。

問：還有那些測量高低的方法？

答：除了上面說過的以外，還有許多辦法，這裡再介紹三種。

1. 木質水平——木質水平也叫做旱平。把一玻璃水准管（通常叫水泡），裝到一塊木板上。木板長約三至五公分，寬約四至八公分，厚約兩公分。當水泡在玻璃管中央時，木板下面的邊沿就成水平了。檢查水車安的平不平，可用這種工具。用它測量長距離的地勢高低時，就拿兩根水平尺和一條繩，按照細綫三角紙或拐尺測量法，把繩拉直，再把木質水平的下邊沿靠近繩子當中，如果水泡正在玻璃管中央，繩子就是水平的了。計算方法和細綫三角紙法一樣。

2. 水盒水平儀——水盒水平儀的主要部分是兩頭高中間低的木盒，長約四十公分，盒的兩端各裝一個浮板，在每個浮板的中心插上硬鐵絲，鐵絲上端彎成圓環，其中一個圓環用紙板封住，中心穿一小孔，作為視孔，在另一個圓環上裝一根水平馬尾絲，通過環心。再做一個三腳架，用來支撐木盒，架頂中心釘一個竹釘或木釘，木盒底面鑽一個圓窩，把圓窩套在竹釘或木釘上，木盒就可以在架頂上自由旋轉（看圖十六）。這種儀器在創造與使用中應注意：視孔中心與水平橫綫恰在同一水平綫上。



圖十六

測量時先將木盒裝滿水，使浮板浮起來，從視孔觀察前面橫綫所對水平尺上的位置，讀出前立尺讀數和后立尺讀數，就可測定兩點的高度差。如果儀器到水平尺的距離比較遠，觀測人員難以看清水平尺上的尺寸時，可在水平尺上綁上一個可以上下活動的記號，立尺人按觀測人員的手勢上下移動記號，到儀器上的橫綫對准尺上的記號時，由立尺人讀出尺上讀數，記錄下來，即得出兩點的高度差。

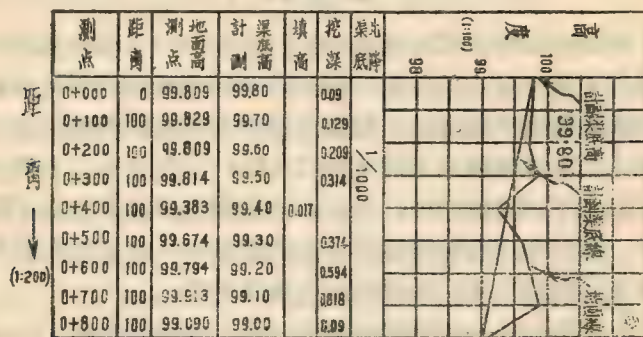
3. 水平儀——用水平儀測量高低，又快又準確，但因價錢貴，種類多，使用技術也複雜，這裡不作詳細介紹。

四 縱橫断面圖的測繪和边樁放綫

問：水渠測量好了以后怎样繪圖？

答：一般水渠測量好以后，需要画出渠道的縱断面圖和橫断面圖。有了这些圖，一看就清楚，設計、施工都很方便。这里先談談怎样繪制渠道的縱断面圖。如果把渠道的各个中心樁連接成一條綫，順着这条綫一刀切成兩半，切开的地方就是渠道的縱断面，把这个縱断面上各处的高、低、長、短画在一張紙上，就是这条渠道的縱断面圖。

繪制縱断面圖时，先要准备一張方格紙（可以自己画），紙上每一方格的大小完全一样。然后用立綫代表地面各处的高低，用平綫代表平地上各处距离的長短（看圖十七）。一般水渠都有几百公尺甚至几千公尺長，距离比渠底到地面的高要大得多。所以繪制縱断面圖时距离和高度應該



圖十七

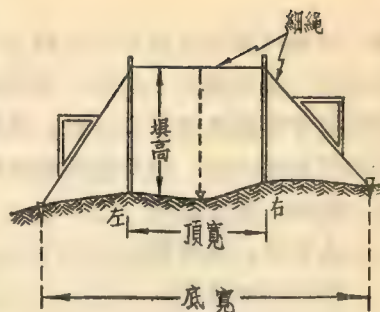
采取不同的比例尺（比例尺就是圖上的一公尺代表地面上多少公尺的意思）。不这样，用的比例尺大了，需要的圖紙就太長，保存、使用都不方便；用的比例尺小了，又把各处的高低表示不明顯。一般渠道縱断面圖采用的比例尺是：距离是 1 : 2000（圖上的 1 公尺代表地面上的 2,000 公尺），高度是 1 : 100 至 1 : 200（圖上的 1 公尺代表地面上的 100 或 200 公尺）。制圖时先把測點樁号按它代表的距离寫上去，如 0+500 就是从渠口到这个樁号有 500 公尺，各樁号的数字就是这一樁到开始点的距离，把各測點高度对准各樁号寫上，然后按各點高度在立綫上作出記号，（如 0+300 这个樁号的高度是 99.814 公尺，就在这个樁号立綫上 99.8 稍上一些作出記号；如 0+700 这个樁号的高度是 99.913 公尺，就在同一樁号立綫的 99.9 稍上一点作出記号），再把相鄰兩立綫上的頂點用直綫連接起來，就是地面高低的形狀。

从圖上可以看出，这一条全長 800 公尺的渠，渠口比渠尾高了 0.719 公尺（99.809 - 99.09），就是在 800 公尺內，渠尾比渠口地勢降低了七公寸一公分九公厘，用距离除高差，

得出地面的坡度是接近 $\frac{1}{1000}$ 。根据这样的地形，就可以確定渠底的坡度了。假使別的方面沒問題，我們就采用和地面大致相同的坡度（即 $\frac{1}{1000}$ ）作底坡，可以少做許多土工。

$\frac{1}{1000}$ 是每 1,000 公尺的距离渠底降低 1 公尺，那么，这条 800 公尺長的渠，就該降低 8 公寸，已知 0+000（渠口）的渠底高为 99.8 公尺，那么，渠尾的渠底高就該是 99 公尺了。我們就在 0+800（渠尾）的立綫上找到 99 公尺的地方，把它和 0+000（渠口）立綫上 99.8 公尺的地方用直綫連接起來，

立一根杆子，杆在上等于填高的地方拴上红绳，把细绳的另一头拉到横断面方向的地面上，用边坡尺的斜边靠近细绳检查，当垂球线和墨线重合时，细绳和地面接触的一点就是填脚，也就是边桩的位置。细绳和地面围成的图形，就是土坝或渠道填方的形式。



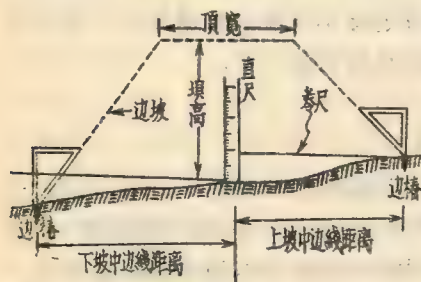
圖二十三

問：有的土坝很高，立杆很不方便，怎样放边桩线呢？

答：碰到高土坝，可用以下两种放边桩线的办法：

1. 先算出中、边线距离 ($\frac{\text{顶宽}}{2} + \text{边坡} \times \text{填高}$)，拉平

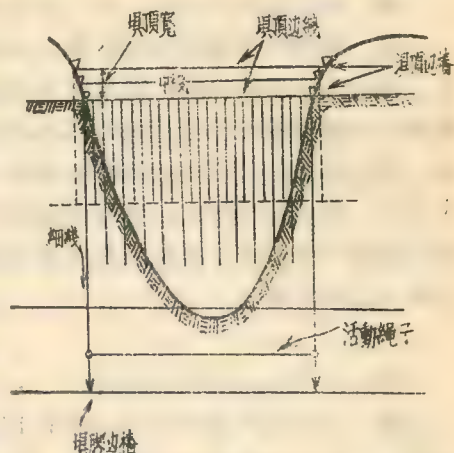
卷尺，把边坡尺有墨线一边立在卷尺的中、边桩分划线上，使边坡尺的斜边和土坝边坡线的方向一致，当垂球线和墨线重合时，边坡尺和地面接触的一点就是边桩的位置（看圖二十四）。



圖二十四

平时定渠道边桩的办法）。

2. 一般土坝都修在山沟里，放边桩线时，在沟两岸高于坝顶的山坡上，用绳子拉一条土坝的中线（看圖二十五），在中线两边各量出坝顶宽的一半，钉上木桩，对岸拉两条线。然后放出坝脚，从坝顶木桩到坝脚木桩各拉一条线（就是坝的边坡线），用边坡尺检查好以后，在坝两头的边坡线上拴上活动绳子，随着土坝的填高不断向上移动，直到坝顶。这样做，边坡就不会错了。这是群众常用的放线办法，方法简单，效果也好。



圖二十五

五 地形圖測繪——小平板儀測量

問：在兴修水利和農業生產上，那些地方需要測繪地形圖？

答：过去農民一家一戶小生產时，土地很少，水地更少，所以用不着測繪地形圖。现在就不同了，一个大的農業生產合作社有几百戶甚至一千多戶人家，土地很多，水地也多了，沒有地形圖光憑心記，一來記不了那許多，二來也記不准。有了地形圖，一看就知道那里低、那里高、这一塊地和那一塊地离多远，在圖上研究耕作区域的划分、渠道和道

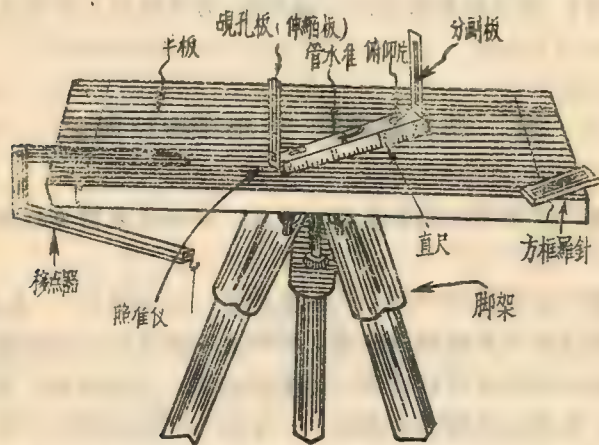
路的布置、那一个地区該种那一种莊稼，既方便，又准确。

問：地形圖怎样測繪，有沒有測繪地形圖的儀器？

答：測繪地形圖的儀器很多，只是使用的技術比較難。有一種叫做小平板儀的，使用起來比較容易，是丈量土地和測繪地形圖的簡便儀器。這種儀器不很貴，使用技術要求不高，並且在野外可以直接測繪各點的方向和距離，要測多少個點子，可以隨時掌握，不至於漏掉了應測的點子。雖然這種儀器還不很精確，但用來在農業生產合作社測繪一般的地形圖，已經够用了。

問：小平板儀是什麼樣子？

答：小平板儀是在一個三腳架上安上一塊平板，平板上貼圖紙，裝上照準儀、方框羅針、移點器等（看圖二十六）。



圖二十六

小平板是又平又光的一塊木板，四十到五十公分見方，上面可貼圖紙。板底正當中有個金屬坐板，坐板中間有一小孔，把三腳架頂的螺絲插入小孔，上緊螺絲，就把三腳架和平板固定在一起了。要轉動平板時，就放鬆螺絲。板的四角各有一小孔，是安置方框羅針的。照準儀上附有鐵制或木制的直綫尺，長約二十到三十公分，一邊刻有尺寸。尺當中裝有管形水平器一個，管的兩頭各裝一個俯仰片，是用來調整水準管水平的。尺兩頭有規孔板和分劃板，垂直於直綫尺，都是金屬制的。分劃板中間有一條細縫，縫中裝一細絲，兩邊分成許多相當的小格。規孔板的中間一部分可以向上撥出來，叫做伸縮板，板上有上、中、下三個細孔。方框羅針是用來標定平板方向的，在一個長方形木框上蓋一玻璃片，中間裝一磁針（指南針）。框的短邊中央刻有綫條，表示磁針應對的位置；長邊裝着一個螺絲，是固定磁針的。移點器是用鐵絲或銅做的，成拐角形，一頭成尖狀，指到圖上的點子，另一頭挂上垂球，垂球尖指着地面的點子。用移點器可以把圖上的點挪到地面上，或把地面上的點挪到圖上。此外，垂球、測繩、測杆、細針，都是拿小平板儀測量時要用的東西。

問：怎样才能把小平板儀安平？

答：先把三腳架上的螺絲放鬆，三腳分立，安放在測點上，再把平板安在三腳架上。平板離地面的高低，要便利觀測和繪圖。然後，挪動一腳架或二腳架，用眼估計使板略成水平，把二腳架踏入地中，再把照準儀放到平板上，調整腳架高低，使水準氣泡剛在正當中，然後把照準儀在圖板上轉九十度的角（與先前位置成十字形），看看氣泡在不在正當中，如果不在正當中，就繼續調整腳架的高低，對好後還

要把照准仪轉回到原來的位置，再看气泡在不在正当中。这样反复作几次，一直到照准仪在变动位置前后，气泡都在正当中，圖板就成水平了。

問：用小平板仪測量以前还有那些手續？

答：用小平板仪測量以前，必須定好小平板仪的位置，这叫标定法。标定的目的，是要使圖上的点確实在地面測站的垂直綫上，使圖上的方向对准实地的方向，也就是使圖上的已知綫和地面上的已知綫在同一垂直面上。圖上的方向和实地的方向如果不一致，測繪的地形圖就不会準確。标定的方法有兩種：

1. 用已知綫标定：假使平板圖紙上有（甲）、（乙）兩点連成的（甲）（乙）已知綫，这条綫和地面上的甲、乙兩点和甲乙綫相对应，現在用甲点作測站，标定的手續是：

①把平板安平在甲点上，使圖上的（甲）点大約在地面的甲点上，（甲）（乙）綫大致和甲乙綫一致。

②把移点器尖端放在（甲）点上，移动平板，使垂球尖对准地面甲点。

③把平板安置水平，用細針釘在（甲）点上，拿照准仪刻有尺寸的一边靠近細針，并和（甲）（乙）綫密合一致。

④放松平板下面的螺絲，慢慢轉动平板，使照准綫（照准仪刻有尺寸的一边）和地面上的乙点一致，固定平板。

⑤再用前面說过的办法，用移点器檢查圖上（甲）点和地面甲点是不是一致。这样反复作几次，一直到圖上（甲）点和地面甲点在同一垂直綫上，圖上（甲）（乙）綫和地面甲乙綫在同一垂直面上，就标定好了。

2. 用罗針标定：

①用眼估計，使圖上（甲）点大約对准地面甲点，圖上的南北方向綫大約指向实地的南北，然后把平板安置水平。

②使照准仪的边沿和圖上的南北綫密合一致，并使方框罗針的長边和照准仪的边沿密合。

③轉动平板，使磁針尖端和框內綫条一致。

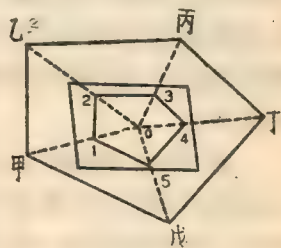
④用移点器檢查圖上（甲）点是不是对准了地面甲点，大致不差就行了。

⑤使照准仪的边沿密合于（甲）（乙）綫，从覘孔中看乙点的标杆，如能看見，平板就标定好了。

問：怎样使用小平板仪測繪地形圖？

答：使用小平板仪的基本測繪方法有三种，分別介紹如下：

1. 放射法——是由一点測出方向綫，量出距离，再用縮小了的同一比例尺繪在圖上，決定各点在圖上的位置。假使要測繪的地形是多角形甲乙丙丁戊（看圖二十七），先在多角形里选定零点作測站，使所測的多角形完全在圖紙以內（圖上的方格代表圖紙），用移点器把地面上的零点移在圖上，拿照准仪的边沿靠近零点細針，对准地面甲点画一直綫，这就是地面零甲的方向綫，再量出零甲綫的距离，用比例尺在零甲方向綫上按

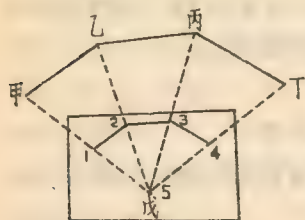


圖二十七

零甲綫的相应長度画出 1 点（假如比例尺是 $\frac{1}{1000}$ ，圖上 1 公尺代表地面 1000 公尺，地面上的零甲綫是 500 公尺，圖上从

零到1点的綫就应当是五公寸)。用同样办法测出乙、丙、丁、戊各点在圖上的位置,順次序連接起來,圖上的1 2 3 4 5五个点子連成的多角形就是和地面上甲乙丙丁戊相象的多角形,也就是甲乙丙丁戊的地形圖。

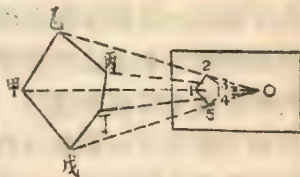
有时在多角形內找不到适当的測站,可選擇多角形的任何一个角頂作測站。假使把小平板仪安放在戊点(看圖二十八),測繪的方法是:用移点器把戊点移在圖上(假使戊点在圖上的位置是5点),將照准



圖二十八

仪的边沿靠近5点細針,对准甲点画出方向綫,量出距离,并按比例尺画出1点。用同样办法测出乙、丙、丁各点在圖上的位置,順次序連接起來,就得出和地面甲乙丙丁戊多角形相象的多角形。

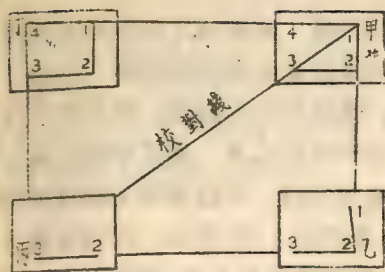
如果在多角形內或各角頂都找不到合适的測站,也可以从多角形以外的地方選擇(看圖二十九),先把測站的位置移在圖上,再順次测出地面各点在圖上的位置,并連接起來。



圖二十九

用放射法測繪时,因为在同一測站上測定的点子比較多,所以要时刻注意平板是不是动了。已經动了就得重新标定;要不,測的結果就一定不对。

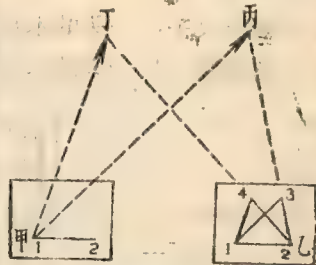
2. 導綫法——这一方法是在多边形每角頂上标定平板,用前一点标定方向,测出下一点的方向和距离,用同一比例尺縮繪于圖紙上,最后得出和地面相象的圖形(看圖三十)。假使甲乙丙丁为地面多角形,測繪时先安平板于丙点,移丙



圖三十

点于圖上(丙点在圖上的位置为3点),在这一点上釘个細針,將直綫尺靠近細針轉动,对准乙点繪一方向綫,量出丙乙距离,按比例在圖上定出2点;再安平板于乙点,用乙丙綫标定方向,对准甲点繪一方向綫,量出乙甲距离,画1点于圖上;再安平板于甲点,用甲乙綫标定方向,对准丙点校对方向有无錯誤(如果甲丙綫正通过圖上的3点,就証明沒有錯誤),再对准丁点繪一方向綫,量出甲丁距离,得4点。1、2、3、4四点構成的圖形,就是地面甲乙丙丁多角形的地形圖。

3. 交会法——是由兩測站發射出來的方向綫互相交会,决定地面各点在圖上的位置,不需要再量距离。用交会法測繪地形,能減少量距离和标定平板的时间,同时能把人到不了(但必須能看見)的地方測繪在圖上。用这个办法測量山塘水庫集雨面積,是比較方便的。但是,測繪得是不是正確,无法檢驗,圖上的綫太多了又容易混乱,所以这个办法不容易測繪很精確。假使地面上有一条甲乙兩点連成的綫(看圖三十一),需要测出丙、丁兩点在圖上的位置,就采用交会法,先在甲点安好平板仪,把甲点移到圖上(甲点在圖上的位置为1点),在这点插上細針,用照准仪靠近1点轉动,对准乙点繪甲

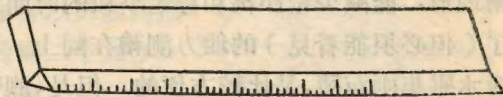


圖三十一

乙方向綫，量出甲乙綫的精確距離，用比例尺在甲乙方向綫內画出2點，從1到2的這條綫就是交會法的基綫。然後，用直綫尺靠近1點對准丙點，繪出甲丙方向綫，再對准丁點繪出甲丁方向綫。再把平板儀安放在乙點，用乙甲綫標定方向，同法測繪出乙丙、乙丁的方向綫。從這兩條方向綫和前兩條方向綫交會的地方，得出3點和4點，那麼，丙點在圖上的位置就是3點，丁點在圖上的位置就是4點。至於各點間的距離，可先用尺子在圖上量出，再按原比例尺放大就行了。

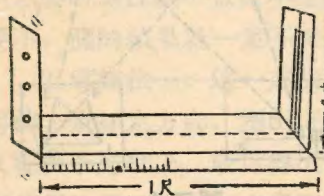
問：農民自己能不能做小平板儀，有沒有比這更簡單的測繪地形工具？

答：小平板儀需要由專門的工廠制作，有一種土平板，和小平板儀的照准儀差不多，農民自己就能做，使用也方便。作法是：用一寸二分寬、五分厚、一尺長的木板，做成一邊傾斜的尺子，在傾斜的邊上刻上尺寸（看圖三十二）。再拿同樣寬、四寸長、但稍薄一些的木板兩塊釘在兩頭，垂



圖三十二

直于木板尺子，一頭的木板中間挖一條長縫，順着縫在當中挂一條細綫，另一頭的木板當中掏三個小孔。細綫和小孔都



圖三十三

要對准木板尺子的中綫（看圖三十三）。測繪時，在選好的測站放一張桌子，桌上貼圖紙，使桌面成水平。然後在圖紙上畫一小點，插一根細針在小點上，使圖上的點對准地面上的測點（如

甲點），同時在要測的乙點插一測杆，測量人把土平板傾斜邊的一頭靠近細針，從小孔看出去，擺動那一頭木板上挂的綫，使它和乙點的測杆重合，沿尺子画出甲乙方向綫，再量出甲乙距離，按比例縮繪在圖上。這樣，一點一點地測下去，就能測繪出需要的地形圖。

六 水文測驗

問：什麼叫做水文測驗？

答：水文測驗包括的項目很多，如水位、流量、地下水、雨量、蒸發量……等。測驗的目的是要了解某一地區的气溫高低，雨量、蒸發量的大小和某一條河的水位、流量的变化情况，作為建設的根據，達到安全和經濟的目的。在一般小型農田水利中，雖然用着的地方不多，也不需要太精密，但也不能忽略。比如，不掌握河流的水位变化情况，修下的渠和近水閘等建築物，就可能被水冲毀，或者因水位很低，河水流不到渠里，使水渠變成了旱渠。

問：什麼叫水位，怎樣測量？

答：對一條河來說，水位就是河水水面的高低。河水有漲有落，常常在变化，所以，要知道水位高低，就需要不斷地觀測，連一天都不能中斷，在水位变化很大時，一天還得觀測好幾次，把平時觀測的水位不斷紀錄下來，時間長了，就知道這條河的水位变化情况了。

一般觀測水位的工具有直接觀測水尺、傾斜水尺、懸垂

水尺几种，有的是用木头做的，有的是利用水下建筑物来观测，上面涂着各色洋漆，表示尺寸。咱们兴修小型农田水利，用不着这样观测，只要好好调查一下就行了。调查时注意多问当地的老年人，弄清楚河水的最高水位（最大时涨到什么地方）、最低水位（最小时落到什么地方）和平常水位，再根据这些情况来修渠。

问：怎样才能知道河水的多少？

答：一条河在一秒钟内能流过去多少水，叫做流量，普通用秒立方公尺来表示。弄清流量以后，才知道能浇多少地。计算流量以前，先要测量河水流的快慢（流速）和河槽的大小（横断面面积）。然后把流速和横断面面积相乘，就是流量了。

测流速的办法很简便，沿河找一段比较直和断面整齐的河身，在岸上选择一个起点和一个终点，量好两点间的距离，然后把草把或木块、木炭等容易飘起来的东西，投入起点上游的河里，当木块流到起点时，开始用跑表记时间，等流到终点，看看一共流了几秒钟，拿这个数目除起点到终点的距离，就是河水的流速。为准确起见，可用同样的办法多测量几次，取它的平均数。比如：起点到终点的距离是100公尺，共测了五次，平均每次流了161.8秒，平均流速就是 $100 \div 161.8 = 0.62$ （公尺/秒）。但是，一般河的水面流速要比实际流速大一些，还需要打个八五折，才接近实际流速。所以，这条河的流速就是：

$$0.62 \times 0.85 = 0.527 \text{ 秒公尺}$$

测出流速以后，再测河床的横断面。测量时可在对岸拉一根绳，分段用木杆或竹竿量出河水深浅，记下尺寸，然后分块

计算横断面的面积，最后相加，就是所求的横断面了。比如，我们测量结果，这条河的横断面是甲、乙、丙、丁、戊、己六块合成的（看图三十四），计算的办法如下：

这六块面积中，甲、己两块是三角形，计算三角形面积的公式是：面积 = 底 × 高 × $\frac{1}{2}$



图三十四

乙、丙、戊三块面积是梯形，计算梯形面积的公式是：梯形面积 = (上底 + 下底) × 高 × $\frac{1}{2}$
丁面积是长方形

形。长方形面积 = 长 × 宽。

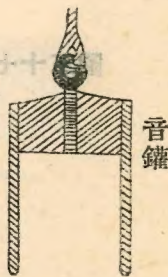
$$\begin{aligned} \text{断面面积} &= \left(\frac{1}{2} \times 1.5 \times 0.5 \right) + \left[\frac{1}{2} \times 1 \times (0.5 + 1) \right] \\ &+ \left[\frac{1}{2} \times 1 \times (1 + 1.5) \right] + (1 \times 1.5) \\ &+ \left[\frac{1}{2} \times 1 \times (1.5 + 0.7) \right] + \left(\frac{1}{2} \times 1.5 \times 0.7 \right) \\ &= 0.375 + 0.75 + 1.25 + 1.5 + 1.1 + 1.1 \\ &= 6.075 \text{ 平方公尺} \end{aligned}$$

流速和横断面都有了，流量就等于

$$0.527 \times 6.075 = 3.2 \text{ 秒立方公尺 (弱)}$$

问：怎样测定地下水的深浅？

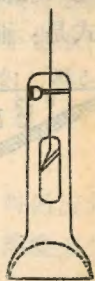
答：我们常说的“两山夹一嘴，中间必有水”的办法，只能断定那里有地下水，还不能知道地下水位的高低。有时也用刨坑的办法试验，但是仍不准确。要准确地测定地下水位的高低，可用音钹、鸣筒、水笛等仪器。前两种仪器都在地下水埋藏不深时使用。音钹是一个



图三十五

長五公分、直徑五公分的金屬管子，一端有襯套，在襯套上安個鈎或環，便于固定卷尺或繩子（看圖三十五）。測定地下水位時，用刻度為一公分、長三公尺的鋼卷尺或繩子拴在鈎或環上，當音鐘和水面接觸時，就發出清脆的聲音，再計算鋼卷尺長度，就知道地下水位的高低了。

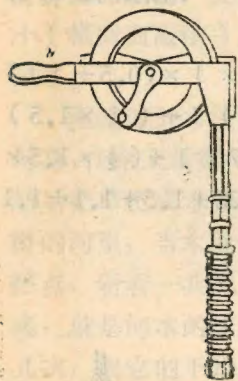
繩子上不能塗刻度，計算時需用尺子量繩的長短。鳴筒也是用這個道理做成的，這是一個越向下越大的圓筒，上部有切口（看圖三十六），卷尺或繩子固定在切口上。當鳴筒碰到水面時，也發出清脆的聲音。



鳴筒

地下水埋藏很深時，可用水笛測定。水

笛是一個長十公分的空圓筒（看圖三十七），周圍每隔半公分有象碗一樣的小溝。在圓筒里面安有鳴笛。儀器入水時，水排出了圓筒里的空氣，空氣經過鳴笛時使笛上的薄片發生震動，並發出聲音。這時，先記下卷尺長度，再從儀器上充滿水的小溝上算出儀器入水深度，然後從卷尺長度中減去儀器入水深度，就是地面離水面的深度。



水笛

圖三十七

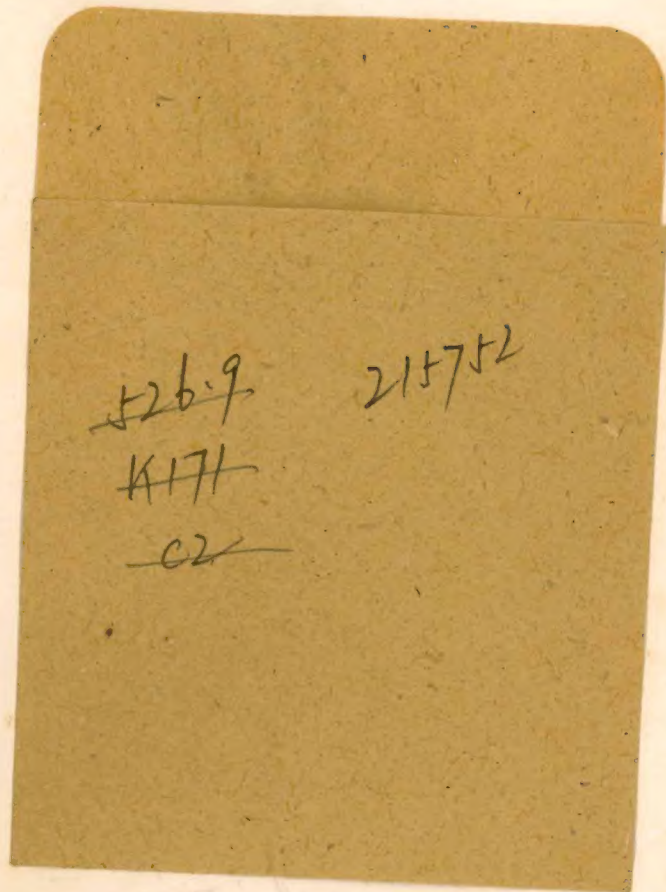


圖 書 館

小型農田水利簡易測量法

甘肅省農林廳水利局編

甘肅人民出版社出版（蘭州市民主西路七號）

甘肅省書刊出版業營業許可證出字第001號

甘肅日報社印刷廠印刷 新華書店甘肅分店發

開本：787×1092公厘1/32•14印張•23,000字

1957年5月第一版 1957年5月第一次印刷

印數：1—3,000 定價：(5)0.14元

統一書號：T15096•9

Y237

G157